Más allá de las barreras: la experiencia de estudiantes sordos en talleres de pensamiento computacional

Beyond barriers: the experience of deaf students in computational thinking workshops

Hazel Castro Araya
hazel.castroaraya@ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Maribel Morales Rodríguez
maribel.moralesrodriguez@ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Recepción: 27 de marzo de 2026
Aceptación: 20 de junio de 2026
DOI: https://doi.org/10.70141/mamakuna.27.1335

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

RESUMEN

Este estudio analiza una propuesta de formación inclusiva en pensamiento computacional desarrollada en el marco del Proyecto de Acción ED-3402 del Programa de Tecnologías Educativas para el Aprendizaje y la carrera de Orientación y Educación Especial de la Facultad de Educación de la Universidad de Costa Rica. La iniciativa surgió ante la necesidad de generar talleres de pensamiento computacional dirigidos a estudiantes sordos señantes de segundo ciclo de educación primaria en Audición y Lenguaje, luego de identificar limitaciones de accesibilidad en experiencias previas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Participaron once estudiantes, dos docentes y cuatro facilitadoras. Desde un enfoque cualitativo con diseño de investigación-acción, se analizaron el diseño, la implementación y la validación de cuatro talleres mediante diarios de campo, entrevistas y revisión documental. Los resultados evidencian la pertinencia del diseño universal para el aprendizaje y apoyos comunicativos en Lengua de Señas Costarricense para favorecer la comprensión de conceptos computacionales.

Palabras clave: pensamiento computacional, educación inclusiva, inclusión digital, sordera, programación, tecnología

ABSTRACT

This study analyzes an inclusive computational thinking training proposal developed within the framework of Proyecto de Acción ED-3402 of Programa de Tecnologías Educativas para el Aprendizaje and the career of Orientación y Educación Especial at the Facultad de Educación of Universidad de Costa Rica. The initiative emerged from the need to develop computational thinking workshops for Deaf signing students in the second cycle of primary education in Audición y Lenguaje, after identifying accessibility limitations in previous Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) experiences. The study involved eleven students, two teachers, and four facilitators. A qualitative approach with an action research design was used to analyze the design, implementation, and validation of four workshops through field notes, interviews, and document analysis. The results highlight the relevance of Universal Design for Learning and communication supports in Lengua de Señas Costarricense to facilitate the understanding of computational concepts.

Keywords: computational thinking, inclusive education, digital inclusion, deaf education, programming, technology

INTRODUCCIÓN

El papel de la educación inclusiva en un mundo de constante transformación tecnológica exige abordajes que garanticen un acceso oportuno y ágil a la información mediante diversas formas comunicativas. Esta necesidad es, sobre todo, relevante en la población infantil sorda señante. En este sentido, desarrollar propuestas orientadas a fortalecer competencias digitales inclusivas constituye un reto para reducir la brecha de conocimiento y ampliar las oportunidades de aprendizaje respecto a las que disponen las infancias oyentes en los centros educativos.

Aspectos como la alfabetización digital, el pensamiento computacional (PC) y el beneficio de estos para la población infantil sorda, desde una perspectiva señante, permiten —como estrategias de enseñanza— avanzar en el desarrollo de su nivel cognitivo. Esto se justifica ya que, como indica Daniel (2019), el desarrollo psicoevolutivo de los niños sordos depende de muchos factores como los biológicos, contextuales, tecnológicos y económicos. Sin embargo, "no son determinantes absolutos para el aprendizaje del sordo, pues […] aprenden excelentemente bien mediante la lengua de señas" (Daniel, 2019, p. 78).

Alfabetización digital y PC

En la educación del siglo XXI, la alfabetización de la población va más allá de la lectura y escritura para incluir un dominio funcional de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Ala-Mutka, 2011), ya que posibilita o limita los procesos educativos. En la actualidad se habla de competencias digitales para una nueva ciudadanía que le permita asegurar una participación y capacidades de resolución de problemas por medio del uso de tecnologías. Esto, según el Joint Research Centre (2022), requiere de convertir al usuario de un consumidor o gestor de la información a un creador capaz de editar contenido y realizar una interpretación crítica.

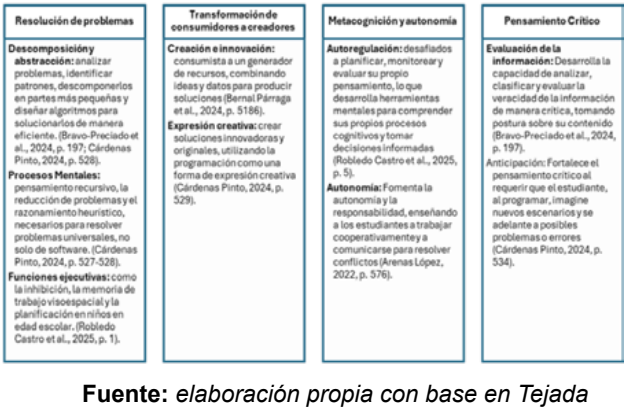
Para Espino y González (2015, citados en Enríquez Ramírez *et al*., 2021), la sociedad tecnológica en la que vivimos requiere de competencias digitales que se deben desarrollar desde la niñez. Por ejemplo, se debe fomentar el desarrollo de capacidades digitales para la vida cotidiana y laboral, pues la tecnología se encuentra presente en diversos aspectos y estas habilidades son requeridas para una adecuada inserción social y laboral.

Para Cabero y Barroso (2015), la alfabetización digital "se refiere al diseño de situaciones mediadas de aprendizajes" (p. 199) desde edades tempranas (9-17 años) de manera inclusiva, con énfasis en cerrar brechas de género, socioeconómicas o geográficas (Fundación Paniamor, 2023). Es decir, se requiere de una posición tecnopedagógica con diseño inclusivo para evitar la brecha tecnológica.

El PC como habilidad fundamental

Wing (2006, citado en Cárdenas Pinto, 2024) enfatiza que "a la lectura, la escritura y la aritmética se debe agregar el PC a la capacidad analítica de cada niño" (p. 527). Esto, según Zapata-Ros (2015), revela la necesidad de una nueva alfabetización digital que considere el PC con la inclusión de temáticas lógicas en el currículo. En la Figura 1 se resumen las más relevantes:

Figura 1. Habilidades potenciadas con el desarrollo del PC



Fuente: *elaboración propia con base en Tejada Fernández y Pozos Pérez (2018)*

Por ende, su incorporación en el currículo escolar puede traer beneficios más allá del aprendizaje instrumental de la tecnología y al desarrollar otras habilidades como las cognitivas, sociales y emocionales.

Beneficios de PC para personas sordas

Es importante considerar que la población sorda en Costa Rica cuenta con una oferta bilingüista desde la educación pública, en la que la Lengua de Señas Costarricense (Lesco) se desarrolla como primera lengua y el español —tanto escrito como oral (en el caso de que la persona pueda desarrollarla)— como segunda lengua. Esto plantea la necesidad de centrarnos no solo en la conceptualización de la persona sorda desde su componente biológico, sino también desde la cultura sorda. Por tanto, podemos definir que una persona sorda es aquella que tiene una pérdida de la audición en ambos oídos, que va de leve a severa, y no le permite escuchar sonidos a más de 20 dB (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023), teniendo entonces un diagnóstico de hipoacusia o sordera respectivamente.

Desde la cosmovisión de la cultura sorda, la definición se centra en la comunidad lingüística que conforman y cómo se perciben y construyen a partir de la experiencia social y comunicativa entre pares. Este criterio supera la condición biológica (Morelo y Blanquicett, 2015).

Este estudio considera las particularidades lingüísticas propias de la Lesco y cómo las personas sordas pueden desarrollar habilidades en alfabetización digital y pensamiento computación desde el acceso a la información y, en casos particulares, el apoyo de sistemas de comunicación de carácter pictográfico que permitan aclarar los conceptos propios de la alfabetización digital. Esto significa que en la propuesta de los talleres se deben emplear estrategias didácticas que permitan desarrollar estas habilidades desde la Lesco y con los apoyos comunicacionales requeridos para lograr el fomento del PC.

Algunos aspectos para considerar al emplear estrategias para desarrollar el PC en estudiantes sordos deben orientarse en aspectos como los que se resumen en la siguiente figura:

Figura 2. Estrategias para desarrollar el PC



Fuente: *elaboración propia con base en Das et al. (2020), Andriyani et al. (2021), Enhancing Computational Thinking (2025) y Cano et al. (2021).*

Desde esta perspectiva, en la Figura 1 se muestra cómo el PC puede requerir de un diseño inclusivo para desarrollar habilidades sin que la comunicación sea una barrera para el progreso cognitivo del estudiantado sordo. Además, demuestra cómo el PC puede abrir oportunidades para el futuro. De lo anterior se derivan los objetivos del estudio:

- **Objetivo general:** sistematizar la experiencia de los tallares de programación y PC con niños y niñas sordas, analizando sus contribuciones a la inclusión digital y al desarrollo de habilidades en la era digital.
- Objetivos específicos:
  - » Describir el diseño e implementación de las actividades de los talleres.
  - » Analizar las percepciones y el impacto de los talleres en los niños y las niñas sordas (desarrollo de habilidades, motivación, participación).
  - » Identificar los desafíos y buenas prácticas en la facilitación del aprendizaje computacional en este contexto.

DESARROLLO

Este estudio usa el enfoque cualitativo y la investigación-acción aplicada, cuyo propósito pretende proporcionar materiales para el desarrollo del juicio práctico de los actores en situaciones problemáticas. Esto supone reflexionar

sobre la experiencia de los talleres de PC implementados para valorar estrategias didácticas y de apoyo para la población seleccionada. Además, funciona como una base fundamental para resignificar y fortalecer las estrategias dentro de un programa o contexto académico (Barbosa Chacón *et al*., 2013).

Participantes

La muestra se selecciona bajo la perspectiva holística. Se considera la experiencia de los participantes como un todo inmerso en un contexto específico (Taylor y Bogdan, 1987). En este caso, se seleccionó un grupo de once estudiantes en edades comprendidas entre los 11 y los 14 años, ubicados en un multinivel educativo del área de Audición y Lenguaje, de 5 y 6 grado del II Ciclo de la Educación General Básica. Varios de las personas estudiantes cuentan con apoyos curriculares significativos con otras situaciones de discapacidad asociada como la discapacidad intelectual y la parálisis cerebral. Además, participaron dos docentes, cada una a cargo de un grupo, y dos asistentes que apoyaron el desarrollo de los talleres.

Por parte de la Universidad de Costa Rica (UCR) participaron dos docentes (facilitadores) y dos facilitadores asistentes. Asimismo, se integró una persona intérprete de Lesco para mediar la comunicación en la lengua de señas. De esta forma, se permite realizar una valiosa triangulación de fuentes, cruzando múltiples puntos de vista para entender el fenómeno de manera más integral (Hernández-Sampieri *et al*., 2014). En la siguiente tabla se sintetiza la información de las personas participantes:

Tabla 1. Participantes del estudio

Participantes	Cantidad	Género		Código asignado
		Femenino	Masculino	
Estudiantes	11	4	7	
Docentes	2	2		D1 y D2
Facilitadores y facilitadores asistentes	4	3	1	F1, F2, F3 y F4
Total	17	9	8	

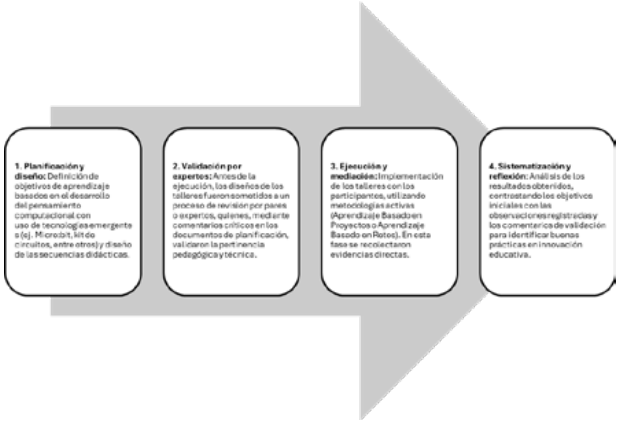
Fuente: *elaboración propia*

Contexto de la experiencia

Este estudio se enmarca en un Proyecto de Acción ED-3402 del Programa de Tecnologías Educativas para el Aprendizaje (PROTEA) y la carrera de Orientación y Educación Especial de la Facultad de Educación de la UCR, quienes colaborativamente desarrollaron una propuesta de formación inclusiva con población menor de edad para el desarrollo de habilidades digitales para el siglo XXI. Esta propuesta responde específicamente a la necesidad de contar con talleres para desarrollar el PC para el estudiantado de II ciclo de primaria en Audición y Lenguaje. Su planteamiento surge a partir de una experiencia desarrollada en 2023, cuando estos estudiantes fueron invitados a participar en un taller de STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Sin embargo, el programa no contaba con una propuesta inclusiva que atendiera las particularidades de esta población estudiantil.

Por ello, se estructura una nueva propuesta con diseño inclusivo basado en el diseño universal de aprendizaje (DUA) y metodologías activas por medio de cuatro talleres desarrollados una vez al mes durante el II semestre de 2024 en la Facultad de Educación de la UCR. Cada taller tenía una duración de 2 a 3 horas. El diseño se estructuró bajo un modelo tecnopedagógico inclusivo dividido en cuatro fases secuenciales resumidas en la siguiente figura:

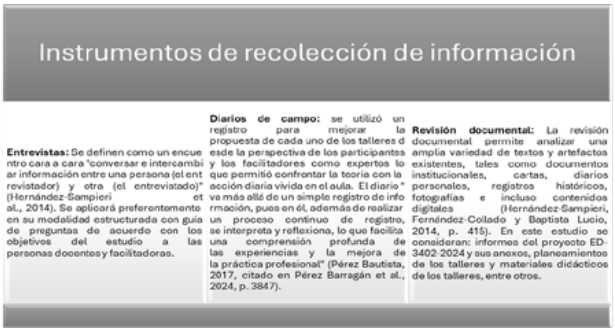
Figura 3. Fases de la experiencia de los talleres



Fuente: *elaboración propia*

Para recolectar la información se ubicaron fuentes primarias por medio de los siguientes instrumentos: diario de campo, documentos de los talleres y entrevistas a los participantes docentes y facilitadores.

Figura 4. Instrumentos de recogida de información



Fuente: *elaboración propia con base en Hernández-Sampieri et al. (2014)*

Categorías de análisis

Para el análisis se establecen tres categorías correspondientes a los objetivos específicos del estudio y se crean las subcategorías a partir de los datos recolectados:

Tabla 2. Categorías y subcategorías del estudio

Categoría	Subcategorías
Diseño y mediación pedagógica	Accesibilidad y DUA
	Mediación comunicativa (Lesco o pictogramas de comunicación)
Percepciones y experiencia del participante	Autoeficacia y autoconcepto
	Pensamiento computacional
	Habilidades socioemocionales
	Motivación
Buenas prácticas y desafíos de la facilitación de los talleres	Planificación pedagógica
	Validación previa (diseño inclusivo)
	Ejecución y mediación
	Validación posterior y evaluación

Fuente: *elaboración propia*

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis se triangulan las fuentes primarias y secundarias. Con esto se confirman los hallazgos. Se entiende que la triangulación es una técnica que permite contraponer diferentes perspectivas.

Diseño y mediación pedagógica

El primero objetivo específico se centra en describir el diseño y la implementación de las actividades de los talleres. En este apartado se sistematiza cómo se construyó la propuesta pedagógica y su posterior refinamiento por medio de la validación con los expertos del estudio.

El diseño pedagógico de cada uno de los talleres se realiza con base en la teoría de PC y metodologías activas. El proceso de validación de expertos se realizó bajo la óptica del diseño inclusivo basado en DUA. Una vez diseñado cada taller, se colocó en Google Drive compartido con las personas expertas del área de Educación Especial para que agregaran sus observaciones y se realizan las modificaciones necesarias previa a la implementación. La implementación práctica de los talleres se realizó en la UCR, una vez al mes, con una duración de entre 2 a 3 horas cada taller.

En la Tabla 3 se resumen algunas de las apreciaciones de esta primera categoría de diseño e implementación de los talleres.

Tabla 3. Categoría de diseño e implementación

Subcategoría	Segmentos de texto de validación previa y de proceso	Segmentos de texto de validación posterior
DUA	"Se utiliza el juego *Mi amigo robot*... con instrucciones físicas como toque en la cabeza o espalda" (validación del taller 1). Se integraron "pictogramas de rutinas" y "videos con claves del movimiento" (validación del taller 2 y 3).	"Una de ellas requiere un poco más de tiempo y apoyo, lo que refleja la necesidad de flexibilidad y ajustes razonables" (D2). Se recomendó "instrucciones mediante dibujos" y "reducir la brecha de acceso mediante formatos accesibles" (D1).
Mediación comunicativa	"Proceso debe acompañarse paso por paso con apoyo visual" (validación del taller 4).	"En 2024 se realiza de manera más fluida y clara", "permitió agregar posteriormente la seña de programación y programador" (D1).

Fuente: *elaboración propia*

Diseño universal para el aprendizaje (DUA)

En la Tabla 3 se aprecia que, en el taller 1, la persona participante desarrolló el PC por medio de diagramas de flujo aplicados a actividades cotidianas. Específicamente, el estudiantado participante organizó el material con apoyo de pictogramas de comunicación y otros con fotografías. Todo ello para respetar los niveles de apoyo comunicativo requerido por la variabilidad cognitiva y comunicacional de las personas menores participantes, por ejemplo, para realizar un batido de fresa, un chocolate caliente y un sándwich.

En cuanto a la subcategoría de diseño de los talleres, se puede apreciar que tienen como base el DUA desde la propuesta de CAST (2018), considerando las tres redes en el diseño: compromiso (por qué), acción y expresión (cómo) y la reflexividad en los tiempos y formatos. En este sentido, el taller 1 se relaciona con el contexto del estudiantado usando pictogramas de comunicación o fotografías, de forma que el estudiante pueda manipular el diagrama de flujo con los símbolos usados en la programación algorítmica, pero aplicado a situaciones cotidianas. Además, las actividades de los talleres se realizan con flexibilidad para asegurar una comprensión.

Mediación comunicativa

En la Tabla 3 se observa que en la mediación comunicativa es importante considerar que el estudiantado sordo participante utiliza la Lesco. Por esta razón, la planificación incluyó la interpretación Lesco y apoyos visuales (pictográficos y fotografías) constantes, indicado en la validación de los talleres. Con esto se pretendió fomentar la comprensión de conceptos abstractos (bucles, algoritmos) en un entorno visual-gestual.

Según Skliar (2003), considerar estos apoyos comunicativos es clave para lograr la inclusión, ya que habilita la lengua. Por ello, reconocer la singularidad lingüística sorda permite crear puentes comunicativos que respeten su identidad. Eso se evidencia en la Tabla 3, donde una de las docentes indica que existió una mejora en el flujo comunicativo respecto al año anterior.

De la categoría de diseño e implementación de los talleres se puede rescatar la importancia de realizar una planificación de lo concreto a lo abstracto. Con esto se garantiza el uso de los formatos comunicativos pertinentes para la población participante. Además, se recomienda el uso de apoyos visuales y de la Lesco para facilitar la comprensión de conceptos complejos.

Percepciones e impacto en las personas participantes

Para el análisis de las percepciones y el impacto de los talleres se realiza un proceso de validación de estos por las personas expertas y los docentes. Este proceso se realiza de forma posterior a su ejecución:

Tabla 4. Impacto y percepciones

Subcategoría	IPAS 3402	Segmentos de texto de validación posterior
PC	"La niñez pudo interiorizar que la programación se puede utilizar en situaciones cotidianas... definiendo un orden lógico de acciones" (informe de proyecto 3402). Se observó que 2los retos adquirieron dificultad conforme avanzaron" (informe de proyecto 3402).	"Se destaca que aprendieron a pensar de forma lógica y calma" (F1).
Habilidades socioemocionales y motivación	"Se destaca la emoción y el interés demostrado. Los retos funcionaron como una fuente de motivación para continuar intentando y aprendiendo" (informe de proyecto 3402).	"En algunos niveles sí les costó un poco, pero estaban tan motivados que seguían intentando hasta lograrlo" (D2, F10).
Autoeficacia y autoconcepto	"El taller permitió que los niños pasaran de ser consumidores de tecnología" (informe de proyecto 3402).	"La actividad se logró con un enorme éxito... Se vio cómo los chicos analizaban detenidamente los movimientos" (F3).

Fuente: *elaboración propia*

Pensamiento computacional

En la subcategoría de PC, indicada en la Tabla 4, es importante destacar que los talleres fueron diseñados desde la visión de Bernal Párraga *et al*. (2024). Los autores indican que el PC no es una habilidad aislada, sino que es una facultad intrínseca para la vida cotidiana. Desde esta perspectiva, los talleres se diseñaron con situaciones cercanas al contexto del estudiantado y de forma progresiva, lo que aumentó el nivel de dificultad.

Para desarrollar los procesos mentales para formular problemas, cuyas soluciones requeridas se basan en el PC, se deben considerar algunos aspectos esenciales como la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones, algoritmos y evaluación y depuración (Bernal Párraga *et al*., 2024). A continuación, se muestra la síntesis de algunas de las actividades desarrolladas en los talleres y el aspecto esencial abordado para el desarrollo del PC.

Tabla 5. Aspectos para desarrollar el PC en los talleres

Actividad	Descripción	Procesos de PC desarrollados en los talleres
Juego: *Mi amigo robot*	Un estudiante da instrucciones precisas al compañero (robot) para moverse o recoger objetos.	Algoritmos Descomposición
Elaboración de diagrama: receta de macarrones	Representación gráfica del proceso de cocina de Daniela, incluyendo decisiones (¿está bien cocinada?).	Algoritmos Reconocimiento de patrones
Análisis de rutina diaria (pictogramas)	Selección y ordenamiento de imágenes (bañarse, vestirse, desayunar) para crear un flujo lógico.	Abstracción Descomposición
Introducción a ciclos	Uso de estructuras de repetición para resolver problemas como “construir un puente de legos” si hay animales o peatones.	Reconocimiento de patrones. Evaluación y depuración
Rompecabezas de diagrama de flujo	Reconstrucción de un diagrama físico colocando las piezas (inicio, proceso, decisión, fin) en el orden correcto.	Evaluación y depuración Algoritmos
Programación en LightBot	Traducción de un diagrama de flujo a bloques de código dentro de la plataforma para resolver un reto dado.	Abstracción Evaluación y depuración

Fuente: *elaboración propia a partir de información de los planes didácticos de cada taller y la validación de los docentes.*

En la Tabla 5 se observa que el abordaje del PC en los talleres se realiza como un proceso. Esto se evidencia en cómo las actividades les permitieron a los participantes avanzar en la dificultad en los retos de cada taller, dando al participante la capacidad de resolver problemas cada vez más complejos por medio de la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones, los algoritmos y evaluación y la depuración. Estos aspectos les permiten planificar y razonar para resolver los retos cada vez más complejos.

Habilidades socioemocionales

La implementación de estos talleres utilizó metodologías como el aprendizaje colaborativo, basado en retos y juegos de programación. La mayoría se desarrollaron de forma grupal. En la Tabla 6 se puede observar cómo los talleres permitieron no solo fortalecer el PC, sino potenciar el desarrollo habilidades socioemocionales.

Tabla 6. Habilidades socioemocionales fomentadas en los talleres

Actividad	Habilidad socioemocional	Extracto del planeamiento de los talleres
Juego: *Mi amigo robot*	Comunicación asertiva y empatía	"Se divide al grupo en subgrupos... habrá un niño guía y un niño robot" (*IPAS* 3402, anexo 39, p. 1).
Rompecabezas de lógica	Tolerancia a la frustración	"Armarán un rompecabezas..., colocando las piezas en orden" (*IPAS* 3402, anexo 41, p. 1).
Programación con LightBot	Colaboración	"El equipo tendrá que encontrar la solución..., dialogando y escribiendo". "Al inicio querían trabajar individual" (*IPAS* 3402, anexo 41, p. 2).

Fuente: *elaboración propia a partir de información de los planes didácticos de cada taller y la validación de los docentes*

La comunicación asertiva y empatía se evidenció en los trabajos colaborativos (ver Tabla 6). De acuerdo con González Alonso (2021), se debe decir lo que se quiere sin herir a los demás. En el juego *Mi amigo robot*, el estudiantado debía guiar a la persona del equipo que tenía los ojos vendados para obtener el objeto y ganar el reto. Sin embargo, se les tuvo que mostrar formas correctas y respetuosas de trasmitir los mensajes para evitar conflictos en la forma del trato de algunos integrantes de los equipos, ya que "algunos se quejaban de que los jalaban o golpeaban por perder la paciencia" (Notas de campo, F3).

La tolerancia a la frustración se define, según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2021), como "la capacidad de regular de forma efectiva las propias emociones, pensamientos y comportamientos en una experiencia de aprendizaje y perseverar hacia el logro deseado" (p. 26). En la Tabla 6 se evidencia cómo algunos estudiantes se frustraban al no poder comprender lo que tenían que hacer o la forma adecuada de resolver algunos de los retos, como el rompecabezas. En este momento fue importante la intervención de las personas docentes o facilitadoras para asistir a la persona estudiante y ayudarle a autorregularse y darle confianza para continuar con el reto.

Por otro lado, se entiende por colaboración "funcionar efectivamente en grupos de trabajo de pares, a través de la búsqueda de metas comunes, compartiendo responsabilidades, apreciando los aportes de todos y regulando su comportamiento" (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2021, p. 26). En los talleres, las personas participantes tuvieron la oportunidad de trabajar colaborativamente. Sin embargo, desde el inicio manifestaron interés por realizar los retos de forma individual y fue necesario apoyar a los grupos a colaborar. Después de varias actividades, se empezó a evidenciar una mejor comunicación y apoyo entre los miembros del grupo.

Motivación

En los talleres se realizaron esfuerzos por parte del equipo organizador para motivar al estudiantado a participar. En la tabla 7 se resumen los tipos de motivación evidenciados:

Tabla 7. Motivación de los talleres

Actividad del taller	Motivación evidenciada	Evidencia en el IPAS 3402 y validación de los talleres
Organización de diagramas de flujo por medio de recetas cotidianas: sándwich, batido, pizza	La significatividad	"Los estudiantes de nivel 1 lograron organizar diagramas de pasos para tareas cotidianas como recetas" (*IPAS* 3402, anexo 44).

Actividad del robot donde demuestran superación de obstáculos mediante instrucciones lógicas)	Motivación social	"Considero que los estudiantes sordos lograron el objetivo, ya que experimentaron, por medio de estrategias corporales, situaciones cotidianas y resolución de problemas de manera individual y grupal" (D2).
Uso de computadoras desenchufadas, por medio de lógica sin pantallas	Autoeficacia y resiliencia	"En algunos niveles sí les costó un poco el poder resolver la actividad, pero estaban tan motivados que seguían intentando hasta lograrlo" (D1).

Fuente: *elaboración propia con base en los planes didácticos de cada taller y la validación de los docentes.*

El primer aspecto evidenciado en la Tabla 7 es la significatividad, la cual —según Torres Montalvo *et al*. (2026)— permite que la motivación tenga un propósito real cuando los conocimientos se aplican a los problemas cotidianos. Este aspecto se evidencia en los talleres cuando las personas participantes organizaron diagramas con imágenes de recetas cotidianas y manifestaron interés en la actividad. Otro aspecto evidenciado en la Tabla 7 es la motivación social, la cual —según Torres Montalvo *et al*. (2026)— permite que se aprenda mejor cuando se hace con otros, debido que contar con apoyo de otros participantes puede reducir la ansiedad del estudiante y permitir que la ayuda de otros se lograra el reto planteado.

Se observa en la Tabla 7 que la autoeficacia y la resiliencia son otros aspectos de la motivación que se evidencian en los talleres. Para Torres Montalvo *et al*. (2026), esto permite que el participante pueda monitorear su avance y recibir retroalimentación. De esta forma se dispara la motivación que le permite mejorar su autoeficacia y construir una mentalidad de crecimiento.

Desafíos y buenas prácticas de los talleres

El trabajo realizado en los talleres para fomentar el desarrollo del PC con estudiantes sordos fue más allá de un diseño curricular tradicional. Vinculó varios elementos antes, durante y posterior a la implementación de los talleres como aspectos cognitivos para el desarrollo del PC; la propuesta pedagógica de cada taller, incorporando elementos metodológicos y comunicativos clave y un diseño instruccional inclusivo. Se rescatan, en la Tabla 8, los aspectos considerados buenas prácticas o desafíos en el desarrollo de los talleres:

Tabla 8. Resumen de buenas prácticas o desafíos de la facilitación de los talleres

Subcategorías	Acciones realizadas por el equipo de facilitación	Evidencia en el IPAS 3402 y validación de los talleres
1. Planificación pedagógica	• Diseño de una progresión de 4 niveles desde pensamiento lógico hasta programación. • Selección de estrategias lúdicas y uso de diagramas de flujo con pictogramas adaptados. • Definición de indicadores de logro centrados en la planificación y resolución de problemas cotidianos.	IPAS 3402, anexos 39, 40 y 41

2. Validación previa (diseño inclusivo)	• Comparación con ediciones anteriores (2023) para identificar mejoras necesarias. • Selección de apoyos visuales y claves de movimiento específicos de términos abstractos para la comunidad sorda. • "En el taller del 2023 había demasiadas intervenciones de varias personas (intérprete, profesoras) para guiar el proceso y se tuvo que hacer modificaciones en el momento para que fuera más claro. En el 2024 se realiza de manera más fluida y clara" (D2).	IPAS 3402 anexo 44 / Validación previa
3. Ejecución y mediación	• Facilitación de talleres presenciales con apoyo de asistentes y docentes. • Implementación de metodologías activas: trabajo en subgrupos.	IPAS 3402 Anexo 44 / Validación posterior
4. Validación posterior y evaluación	• Análisis de la utilidad del taller en el currículo escolar con promedio de utilidad 5/5. • "Es necesario darles mayor tiempo a los estudiantes para participar de manera individual, pero se requiere de más tiempo" (D1). • Necesidad de crear señas específicas para conceptos técnicos de computación.	Validación de los talleres

Fuente: *información de los planes didácticos de cada taller y la validación de los docentes*

Planificación pedagógica

La primera subcategoría evidenciada en la Tabla 8 es la planificación que se espera; un avance progresivo, lúdico y centrado en resolver problemas cognitivos. Para esto se utilizaron, como apoyo, materiales didácticos con un diseño instruccional inclusivo. Esto, como lo menciona Izquierdo Álvarez (2021), permite establecer una relación predecible entre los materiales didácticos y la respuesta de aprendizaje.

Adicionalmente, siguiendo a CAST (2018), el DUA propone un "currículo flexible que proporciona medios diversos de representación" (p. 1). En este caso, implica apoyos visuales como diagramas de flujo con pictogramas o fotografías, interpretación en Lesco y otras claves visuales como encender y apagar la luz cuando se volvía muy confusa la dinámica del taller y se quería llamar la atención hacia la docente.

Además, el diseño de los talleres aborda la posición de Zapata-Ros (2015) considerando al PC como competencia clave para el desarrollo del pensamiento abstracto y buscar soluciones. Desde esta perspectiva, el desarrollo de esta habilidad puede permitirle al estudiante sordo pasar de consumidor pasivo a creador con tecnología; siendo este el eslabón más alto en la escala cognitiva.

Validación previa del diseño inclusivo de los talleres

La Tabla 8 evidencia que la propuesta de los talleres se desarrolla con un enfoque inclusivo, a fin de garantizar que responda a las necesidades de la población participante. Para determinar la validez de las propuestas, "este proceso debe evaluar dimensiones de calidad técnica e idoneidad pedagógica" (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2013, p. 29). Esto hizo necesario que el diseño de los talleres contara con profesionales expertos en el desarrollo del PC y pedagogía de PROTEA, con apoyo profesionales de Educación Especial.

A diferencia del 2023, como se observa en la Tabla 8, en 2024, la validación realizada por un equipo interdisciplinario permitió que se contara con un diseño de los talleres más fluido y claro. Por ello, fue necesaria la participación

de una persona experta en Educación Especial y en el DUA y una persona intérprete de Lesco para determinar y hacer sugerencias hacia la propuesta pedagógica para que esta fuera más inclusiva.

Ejecución y mediación de los talleres

Se parte del supuesto de que el lenguaje constituye el principal instrumento para construir el conocimiento. En consecuencia, los procesos de mediación funcionan como un puente entre el estudiantado y los conceptos lógicos. La Tabla 8 evidencia la relevancia de este principio en los talleres, pues la facilitación se desarrolló en Lesco. No obstante, la interpretación por sí sola no resultó suficiente, ya que algunos conceptos propios del lenguaje técnico carecen de una representación convencional en lengua de señas. Esta situación hizo necesario desarrollar procesos de conceptualización de términos abstractos como *programar*, *tierra* (en su acepción electrónica), *bucle* y *variable*, entre otros.

Por otro lado, en la Tabla 8 se observa que la facilitación de talleres presenciales con apoyo de estudiantes becarios y docentes de Educación Especial fue de gran ayuda. Rogers (1992) sostiene que la persona de apoyo está "brindando una especie de relación de ayuda que promueve la libertad mental y la creatividad" (p. 1). Desde la posición de Rogers (1992), la persona facilitadora debe "compartir y permitir que el estudiante explore y aprenda de forma auténtica" (p. 3). Esto facilitó que se lograran implementar con éxito metodologías activas en los grupos de trabajo.

Validación posterior y evaluación

La Tabla 8 muestra que la evaluación realizada al finalizar los talleres fue favorable. Las docentes calificaron como excelente su utilidad para el currículo escolar, así como el espacio de trabajo y los recursos empleados. No obstante, señalaron que sería conveniente ampliar la duración de los talleres para aprovechar mejor el trabajo individual con el estudiantado.

Esta observación es pertinente si se considera que, según Brennan y Resnick (2012), la comprensión de conceptos como *secuencias*, *bucles*, *eventos* y *condicionales* constituye uno de los ejes fundamentales del PC. En consecuencia, se recomienda fortalecer las estrategias destinadas a la construcción y comprensión de conceptos abstractos que aún no cuentan con una representación establecida en Lesco.

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que el diseño inclusivo y la aplicación del DUA constituyen factores clave para elaborar y adaptar los materiales visuales, pictogramas y estrategias táctiles (por ejemplo, el juego *Mi amigo robot*). Estas acciones favorecen la transferencia del conocimiento hacia diversas poblaciones y contribuyen al desarrollo de una educación inclusiva.

Como se ha señalado, uno de los principales hallazgos corresponde a la necesidad de fortalecer la interpretación del lenguaje técnico en Lesco, así como la construcción de sistemas pictográficos de comunicación adaptados. Esto permitirá reducir la brecha digital de la población sorda y, de manera más amplia, de las personas que requieren sistemas aumentativos y alternativos de comunicación para acceder a la información y desarrollar competencias vinculadas con el PC. Este, por otro lado, puede abordarse de manera progresiva y aumentar la complejidad hasta lograr una comprensión.

Asimismo, se evidenció la relevancia del desarrollo de aspectos esenciales del PC, como la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones, la formulación de algoritmos, la evaluación y la depuración, vinculados con situaciones de la vida cotidiana. En este sentido, los talleres de PC pueden favorecer el desarrollo de habilidades socioemocionales como la comunicación asertiva, la empatía, la tolerancia a la frustración y la colaboración. La motivación observada durante las actividades se relacionó con la significatividad de las propuestas, el valor del trabajo colaborativo, la búsqueda de autoeficacia para afrontar retos y la resiliencia frente al error como parte del proceso de aprendizaje.

El modelo propuesto constituye un referente para el desarrollo de prácticas de innovación

educativa inclusiva en contextos de educación primaria. Entre las principales fortalezas identificadas destaca la planificación basada en el DUA, cuya validación previa por parte de expertos permitió garantizar la pertinencia de las estrategias y recursos empleados. Incluso, la incorporación de la mediación comunicativa en Lesco se consolidó como un puente entre el estudiantado y los conceptos propios del pensamiento computacional.

Entre los desafíos identificados se encuentra la necesidad de ampliar el tiempo destinado al abordaje de los conceptos del PC, con el propósito de favorecer una comprensión más profunda y significativa. Además, la inclusión digital efectiva de la población sorda trasciende el acceso a la tecnología, pues requiere mecanismos de mediación comunicativa que involucren a la comunidad sorda en la construcción y consolidación de terminología tecnológica en Lesco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ala-Mutka, K. (2011). *Mapping digital competence: Towards a conceptual understanding of digital competence*. Joint Research Centre.

Andriyani, W., Suparman, Ilato, R., Said, A. M., Abdussamad, Z., Salim, A., Sunardin, Ahmad, M., Lasindrang, M., Bagus, H. y Wondal, R. (2021). Developing Critical Thinking of Students with Hearing Impairment for Computational Thinking in Mathematics with E Module Design. *Psychology and Education Journal*, *58*(1), 4613-4621. https://doi.org/10.17762/pae.v58i1.1578

Barbosa Chacón, J. W., Barbosa Herrera, J. C. y Rodríguez Villabona, M. (2013). *Revisión y análisis documental para estado del arte: Una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas*. Universidad Industrial de Santander.

Bernal Párraga, A. P., Haro Cedeño, E. L., Reyes Amores, C. G., Arequipa Molina, A. D., Zamora Batioja, I. J., Sandoval Lloacana, M. y Campoverde Durán, V. (2024). La gamificación como estrategia pedagógica en la educación matemática. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 6435-6465. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11834

Brennan, K. y Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canadá. https://bit.ly/3TxmXoR

Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J. M. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: El coeficiente de competencia experta. *Bordón: Revista de Pedagogía*, *65*(2), 25-38.

Cabero, J. y Barroso, J. (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa.* Editorial Síntesis.

Cano, S., Arteaga, J. M., Collazos, C. A. y Rusu, C. (2021). Serious Game as Support for the Development of Computational Thinking for Children with Hearing Impairment. *Applied Sciences*, *11*(1), 115-130. https://doi.org/10.3390/app11010115

Cárdenas Pinto, Y. (2024). El potencial del pensamiento computacional. *Línea Imaginaria*, *1*(18), 523-551. https://doi.org/10.56219/lneaimaginaria.v1i18.2594

CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. CAST. https://bit.ly/40SecQs

Daniel, N. (2019). Sordedad y sordera: su implicación en la cultura y en el desarrollo evolutivo psico y sociolingüístico en la educación bilingüe. *Retos XXI*, 74-85. https://digibug.ugr.es/handle/10481/61591

Das, M., Marghitu, D., Jamshidi, F., Mandala, M. y Howard, A. (2020). Accessible Computer Science for K-12 Students with Hearing Impairments. En M. Antona y C. Stephanidis (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Practice* (pp. 173-183). Springer.

Enhancing Computational Thinking. (2025). Enhancing Computational Thinking of Deaf Students Using STEAM Approach. *Education Sciences*, *15*(5), 1-20. https://doi.org/10.3390/educsci15050627

Enríquez Ramírez, C., Raluy Herrero, M. y Vega Sosa, L. (2021). Desarrollo del pensamiento computacional en niñas y niños usando actividades desconectadas y conectadas de computadora. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12(23), 1-14. https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1079

Fundación Paniamor. (2023). *Segunda encuesta nacional niñez, adolescencia y tecnologías digitales (Kids online 2023).* Instituto de Investigaciones Psicológicas, UCR.

González Alonso, M. R. (2021). *La comunicación asertiva, una habilidad fundamental para el convivir*. Noticentral.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES]. (2021). *Marco de referencia de la prueba de habilidades socioemocionales. Saber 3. º, 5. º, 7. º y 9. º*. Dirección de Evaluación.

Izquierdo Álvarez, V. (2021). *Modelo de diseño instruccional de Dick y Carey aplicado a la educación inclusiva*. Universidad de Salamanca.

Joint Research Centre. (2022). *Digital Competence Framework (DigComp 3.0).* European Commission.

Morelo, H. y Blanquicett, H. (2015). Pensamiento, inclusión y motivación en el aprendizaje matemático de los estudiantes sordos. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, *7*(1), 113-120.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2021). *Habilidades socioemocionales en América Latina y el Caribe: Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019)*. OREALC/Unesco.

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). *Sordera y pérdida de la audición*. Organización Mundial de la Salud.

Rogers, C. (1992). *El proceso de convertirse en persona*. Paidós.

Skliar, C. (2003). *La educación de los sordos*. Cultura Sorda.

Taylor, S. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.

Tejada Fernández, J. y Pozos Pérez, K. (2018). Nuevos escenarios y competencias digitales docentes: Hacia el profesionalismo del docente universitario. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, *22*(1), 25-51. https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i1.9917

Torres Montalvo, M. C., Lucas Torres, C. D., Lucas Muentes, J. V., Lucas Muentes, R. B., Robles Vélez, S. M. y Lemos Barcia, K. O. (2026). *Herramientas pedagógicas para el docente del siglo XXI*. S.e.

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *20*(63), 1-47. https://revistas.um.es/red/article/view/240321/183001